

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-299363

(43)Date of publication of application : 19.11.1996

(51)Int.Cl.

A61B 19/00

A61B 1/00

A61B 17/00

(21)Application number : 07-108705

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 02.05.1995

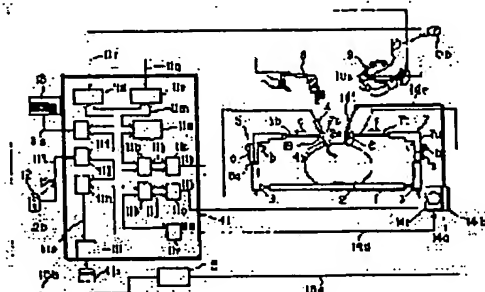
(72)Inventor : KAWAI TOSHIMASA

(54) MANIPULATOR SYSTEM FOR OPERATION

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve safety of a patient and perform operation with low invasion, by making a means for observing an image of a body cavity site of the patient from the body surface positioned on a specified position, and controlling operations of a operation manipulator and a positioning means of the observing means based on a control information of a operation manipulator operating means.

CONSTITUTION: A treatment slave manipulator is composed of a treatment apparatus 4 and a treatment arm 5, and also an observing manipulator is composed of an ultrasonic vibrator unit 6 and an observing arm 7. An image providing means and an operating means of an the observing manipulator are composed of a head mount display(HMD) 9. An image of a body cavity site is scanned by the ultrasonic vibrator unit 6 and is displayed on the HMD 9. The HMD 9 is mounted on the head part of an operator and can observe the image regardless of motion of the head. The motion of the HMD 9 is inputted into a control device 11, thereby the treatment apparatus 4 and the observing arm 7 are controlled.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

04.06.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-299363

(43) 公開日 平成8年(1996)11月19日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
A 6 1 B 19/00	5 0 2		A 6 1 B 19/00	5 0 2
1/00	3 0 0		1/00	3 0 0 B
17/00	3 2 0		17/00	3 2 0

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平7-108705

(22) 出願日 平成7年(1995)5月2日

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 河合 利昌

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

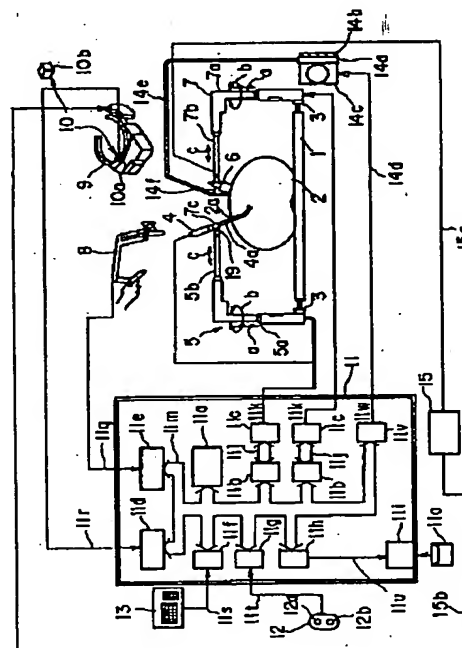
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54) 【発明の名称】 手術用マニピュレータシステム

(57) 【要約】

【目的】 患者に対する侵襲を低減することができる手術用マニピュレータシステムを提供する。

【構成】 患者の体腔内部位の処置を行う処置具4と、患者の体表面から体腔内部位に関する画像情報を得る超音波振動子ユニット6と、このユニット6からの画像情報を術者が認識可能な画像情報として提供するHMD9と、超音波振動子ユニット6を所望の位置に位置決めするための観察用アーム7と、処置具4を操作するためのマスターアーム8と、観察用アーム7を操作するためのHMD9と、マスターアーム8とHMD9からの制御情報に基づいて、処置具4及び観察用アーム7の動作を制御する制御装置11とを具備する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 患者の体腔内部位の処置を行う手術用マニピュレータと、
患者の体表面から体腔内部位に関する画像情報を得る観察手段と、
この観察手段からの画像情報を術者が認識可能な画像情報として提供する画像提供手段と、
前記観察手段を所望の位置に位置決めするための観察手段位置決め手段と、
前記手術用マニピュレータを操作するための第 1 の操作手段と、
前記観察手段位置決め手段を操作するための第 2 の操作手段と、
前記第 1 及び第 2 の操作手段からの制御情報に基づいて、前記手術用マニピュレータ及び観察手段位置決め手段の動作を制御する制御手段と、
を具備したことを特徴とする手術用マニピュレータシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は手術用マニピュレータシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】 患者の腹腔等の体壁に挿入孔を開け、この挿入孔を通じて内視鏡や処置具を経皮的に体腔内に挿入することにより、体腔内で様々な処置を行う内視鏡下外科手術が従来より行われている。このような手術方法は、大きな切開を要しない低侵襲なものとして胆嚢摘出術や肺の一部を摘出除去する手術等で広く用いられている。

【0003】 一方、近年、内視鏡や処置具を搭載した手術用マニピュレータシステムを使用して微細な処置を行なうようになっている。これには概してマスタースレーブ方式が用いられ、マスターである術者の動きに追従してスレーブアームを動作させることにより、体腔内における目的部位に対するアプローチを容易にしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記した従来の手術用マニピュレータシステムにおいては、患者の体腔内に内視鏡と処置具を挿入するので、体腔内の臓器を観察するための挿入孔と、処置具のための挿入孔の少なくとも 2 つの挿入孔が必要であり、患者への負担が重くなるという問題があった。

【0005】 本発明の手術用マニピュレータシステムはこのような課題に着目してなされたものであり、その目的とするところは、患者への安全を確保でき、かつ低侵襲の手術用マニピュレータシステムを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段及び作用】 上記の目的を達

成するために、本発明の手術用マニピュレータシステムは、患者の体腔内部位の処置を行う手術用マニピュレータと、患者の体表面から体腔内部位に関する画像情報を得る観察手段と、この観察手段からの画像情報を術者が認識可能な画像情報として提供する画像提供手段と、前記観察手段を所望の位置に位置決めするための観察手段位置決め手段と、前記手術用マニピュレータを操作するための第 1 の操作手段と、前記観察手段位置決め手段を操作するための第 2 の操作手段と、前記第 1 及び第 2 の操作手段からの制御情報に基づいて、前記手術用マニピュレータ及び観察手段位置決め手段の動作を制御する制御手段とを具備する。

【0007】

【実施例】 以下に図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。図 1 は本発明の第 1 実施例が適用されるマスタースレーブ方式の手術用マニピュレータシステムの構成図である。同図において、1 は、患者の観察・処置を行うための手術台であり、2 は患者である。手術台 1 の両側にはベッドサイドレール 3 が設けられている。このベッドサイドレール 3 には、患者の体腔内において処置を行うための処置具 4 が先端に取り付けられた処置用アーム 5 と、観察用の超音波振動子ユニット 6 を位置決めするための観察用アーム 7 とが着脱自在に取り付けられている。ここで処置具 4 は図 2 に示すような構成を有し、患者 2 の体壁に開けられた挿入孔 2 a から体腔内に挿入されるとともに、超音波振動子ユニット 6 は患者 2 の体壁をなぞる様に移動させられる。

【0008】 処置用アーム 5 と処置具 4 との接続は複数の自由度を有する関節部であるフリー関節機構 19 によって行われる。これは、患者が例えば術中に動いて挿入孔 2 a の位置がずれるようなことがあっても、挿入孔 2 a に無理な力が加わらない様にするためである。

【0009】 処置用アーム 5 および観察用アーム 7 は、上下動作（図 1 中に示す a 方向）、旋回動作（図 1 中に示す b 方向）、伸縮動作（図 1 中に示す c 方向）を機構的に行うことが可能な様に構成されている。この様な動きを実現するために、各アーム 5、7 内にはアクチュエータ（図示しない）が配置されている。なお、このアクチュエータとしては、ロボットの位置決めによく利用されているサーボモータを使用している。

【0010】 処置用アーム 5 の先端に取り付けられている処置具 4 の挿入部 4 a は、その先端部が図 2 中に示す a 方向および b 方向に湾曲駆動できるようになっている。この様な湾曲駆動は、処置具 4 のサーボモータ収納部 4 b に設けられたサーボモータ（図示しない）を駆動させて挿入部 4 a 内に挿通配置されたワイヤー（図示しない）を牽引することによって行われる。

【0011】 また、処置具 4 は、図 2 中に示す c 方向に回転駆動できるようになっている。このような回転駆動は、フリー関節アームジョイント部 4 c 内に設けられた

サーボモータ4dを駆動させて図示しない回転機構を作動させることにより行われる。

【0012】処置具4の先端の鉗子部4eには、この鉗子部4eを開閉させる開閉機構が設けられており、この開閉機構は、サーボモータ収納部4b内に設けられたサーボモータ（図示しない）を駆動させて挿入部4a内に挿通配置されたロッドもしくはワイヤ部材を押し引き操作することにより作動される。

【0013】ここで、処置具4と処置用アーム5とを組み合わせたものを処置用スレーブマニピュレータ（手術用マニピュレータ）と称し、観察手段としての超音波振動子ユニット6と観察手段位置決め手段としての観察用アーム7とを組み合わせたものを観察用スレーブマニピュレータと称することにする。この処置用スレーブマニピュレータの入力手段であるマスターアーム（第1の操作手段）8と、観察用スレーブマニピュレータの入力手段であるヘッドマウントディスプレイ9（以下単にHMDと呼ぶ）とが図1に示されている。ここで、HMD9は画像提供手段及び第2の操作手段を構成している。マスターアーム8は、複数のリンク機構で構成されている。リンク機構を構成する各リンクには、位置検知用のエンコーダ（図示しない）が設けられている。このエンコーダによって、各リンクの動作を検知することで、マスターアーム8の移動量を検知できる。

【0014】また、操作者がマスターアーム8から手を離れた場合にマスターアーム8がその自重によって勝手に動作しない様に、マスターアーム8の各アームリンクには電磁クラッチ（図示しない）が取り付けられている。つまり、マスターアーム8は、この電磁クラッチによって、必要以外の時には動かないようにその動作が制限される。

【0015】また、マスタースレーブモードで実際に処置用スレーブマニピュレータを動かす際、電磁クラッチはフットスイッチ12を踏む動作によってその作動が制御される。つまり、マスターアーム8の動作のロックおよびこのロック状態の解除がフットスイッチ12によって行えるようになっている。ここで、マスタースレーブモードとは、入力手段であるマスターアーム8の動きが処置用スレーブマニピュレータに伝達され得るモード、すなわち、処置用スレーブマニピュレータがマスターアーム8の動きに追従できるモードをいう。

【0016】さらに、超音波振動子ユニット6は観察用アーム7に支持されて患者の体腔表面に配置されており、患者の体腔内部の画像情報を超音波によって走査可能である。この超音波振動子ユニット6から出力される超音波画像情報は、15aのラインを通り、超音波観察装置15に入力される。超音波観察装置15では、超音波情報信号をTV信号に変換させる機能を有しており、その出力は操作者の頭に取り付けられるHMD9の表示部に表示される。この表示部は、HMD9を術者の

頭部に装着した際に術者の目の位置にセットされるように構成されている。また、HMD9は、術者の頭がどのように動いても超音波振動子ユニット6で走査された超音波画像を常に観察できるような構成になっている。

【0017】ここで、術者には超音波画像で提供しているが、制御装置11内に画像処理装置を設けて、わかりにくい超音波画像をコンピュータグラフィックスによるアニメーション画像に変換して、術者がよりわかりやすい画像で提供しても良い。

【0018】このような構成のHMD9によれば、従来のように処置中に術者が手術室のモニターに設置されたTVモニターの方に視線を移すといった煩わしい動作が不要となり、操作性が向上する。なお、患者体腔内の各所望の部位を観察可能なように、超音波振動子のエコー周波数は任意に変更可能である。

【0019】術者の頭部の空間的な移動量は磁気センサー10によって検知される。この磁気センサー10は、一様な磁場を発生する磁気センサーソース部10bと、磁気センサーセンス部10aとからなり、このうち磁気センサーセンス部10aがHMD9のほぼ中央に取り付けられている。

【0020】術者の頭の動きは、こうした磁気センサー10によって検知されるが、その検知方法を簡単に説明すると、HMD9以外の所定の場所にセットされた磁気センサーソース部10bから発生される一様な磁場を磁気センサーセンス部10aで検知し、頭の動きに伴う磁場の变化分の情報を処理することによって、磁気センサーソース部10bと磁気センサーセンス部10aとの空間的絶対移動量および磁気センサーセンス部10aの傾斜であるオイラー角（ロール、ピッチ、ヨー）を求めて、術者の頭の移動量および傾き量を検知するというものである。

【0021】図1中に示される14aは固有の超音波ゼリーチューブであり、この超音波ゼリーチューブ14a内にあるゼリーを患者2の体表面に塗ることによって、正確な体腔内画像をとらえることが可能となる。この超音波ゼリーチューブ14a内のゼリーを体表面に塗布する場合は、超音波ゼリーチューブ14aを固定するための固定部材14bと、その反対側に配置されたローラー14cとで超音波ゼリーチューブ14aをしごくことによってゼリーを超音波ゼリーチューブ14aから押し出せばよい。超音波ゼリーチューブ14aから出されたゼリーは、チューブ14eを介して患者2の体表面に塗布される。なお、図中14fは、超音波振動子ユニット6の近傍で患者2の体表面にゼリーを塗布できるようにするために観察用アーム7に取り付けられた固定部材である。

【0022】次に、上記した処置用スレーブマニピュレータと観察用スレーブマニピュレータの動作を制御する制御装置11について説明する。図1に示すように、制

御装置11は、各スレーブマニピュレータを動作させるために必要ないくつかの機能モジュールを具備している。

【0023】すなわち、図中11aは、制御装置11の機能モジュールを統括制御する上位CPUであるマイクロコントローラである。11eは、マスターアーム8に設けられた前記エンコーダの動作量を保持しておくためのアップダウンカウンタである。このアップダウンカウンタ11eは、マスターアーム8に取り付けられたエンコーダ分の入力ポートを有している。また、このアップ

ダウンカウンタ11eはより詳細には、マスターアーム8の相対的移動量に従って、初期設定時（制御装置11の電源を立ち上げた時）に予め設定したカウント値の増減を行なうものである。

【0024】11dは、HMD9に取り付けられた磁気センサーセンサ部10aからの情報を検知するための磁気センサーデータインターフェイス回路である。この磁気センサーインターフェイス回路11dには磁気センサー10の絶対位置情報とオイラー角の情報とが磁気センサーセンサ部10aから入力される。

【0025】11fは、キーボード13から入力された情報を受け取るためのキーボードインターフェイス部である。11iは、本実施例におけるマニピュレータシステムの動作情報をフロッピーディスク110に記憶するためのフロッピーディスクドライブである。11hは、フロッピーディスクドライブ11iをコントロールするためのフロッピーディスクコントローラである。なお、フロッピーディスク110に保存される情報としては、観察用・処置用スレーブマニピュレータの動作教示データが挙げられる。

【0026】11gは、フットスイッチ12の入力情報を検知するためのフットスイッチインターフェイス部である。この部分でフットスイッチ12が押されているか否かを判断する。

【0027】11bは、スレーブ側の各構成要素である処置用アーム5、観察用アーム7、処置具4、のそれぞれを駆動するためのサーボインターフェイスであり、サーボの高速演算処理を行うためのデジタルシグナルプロセッサ（以下、DSPとする）を有する。11cは、前記サーボインターフェイス11bのDSPによる処理

結果の信号を実際にモータを駆動するために必要なパワーまで増幅するためのサーボドライバである。

【0028】11vは、超音波ゼリーを超音波ゼリーチューブ14aから押し出すためにローラー14cを駆動するためのローラードライバであり、観察・処置を行う際に必要に応じて駆動され、これによって超音波ゼリーが患者体表面に塗布される。

【0029】次に、上記した各機能モジュールのインターフェイスについて説明する。図1中、制御装置11内に示されている11mは、データバスラインである。こ

のデータバスライン11mは、マイクロコントローラ11aからサーボインターフェイス11bに位置指令を送ったり、スレーブアーム側のサーボ部エンコーダフィードバック情報を読みとったり、アップダウンカウンタ11e、磁気センサー移動量インターフェイス11d、キーボードインターフェイス部11f、フットスイッチインターフェイス部11g、フロッピーディスクインターフェイス部11h、ローラードライバ11vのそれぞれからのデータをマイクロコントローラ11aに取り込んだりするラインである。

【0030】11jは、サーボインターフェイス11bのDSPによって得られた制御演算結果をサーボドライバ11cに送るためのアナログ指令ラインである。11kは、サーボドライバ11cからのパワー信号を供給するラインおよびサーボ部フィードバックエンコーダラインである。11uは、フロッピーディスクドライブ11iとフロッピーディスクドライブコントローラ11hとの間でのデータのやり取りを行うためのデータラインである。11tは、フットスイッチ12とフットスイッチインターフェイス部11gとの間でのインターフェイスである。11sは、キーボード13とキーボードインターフェイス部11fとの通信を行うためのデータラインである。

【0031】なお、前記インターフェイスにおいては、データの受け渡しを行うデータバスライン11mしか示さなかったが、前記各機能モジュールを選択するためのアドレスバスやコントロールバス等が付加されていることは言うまでもない。また観察用スレーブマニピュレータと処置用スレーブマニピュレータのサーボ系を駆動するための11jラインおよび11kラインはアナログ指令ラインのものしか示さなかったが、実際にはサーボインターフェイス11bでPID制御則を実行するためのエンコーダフィードバック信号ラインも存在する。

【0032】次に、制御装置11内のデータの流について説明する。前記したように、マスタースレーブモードにおいては、マスターアーム8あるいはHMD9の動作に追従して、処置用スレーブマニピュレータあるいは観察用スレーブマニピュレータが動作する。データの流は、観察用も処置用も基本的には同じであるので、ここでは、処置用マニピュレータにおけるマスタースレーブモードの制御装置11内のデータの流についてだけ説明する。

【0033】まず、マスターアーム8に設けられたエンコーダの情報は、アップダウンカウンタ11eで読みとられる。このアップダウンカウンタ11eでは、はじめにアップダウンカウンタ11eに設定されたデータに対する移動量の増減を表すので絶対的な移動量（マスターアーム8の移動量）を検知することができる。このアップダウンカウンタ11e内に保持されているデータは、

a内にデータバス11mを介して取り込まれる。マイクロコントローラ11a内では、前記移動量に対して処置用スレーブマニピュレータの各軸をどの様に動作させるかを決定するための座標変換処理が行われる。

【0034】ここで、観察用の場合は、逆座標変換（磁気センサー10の絶対位置と傾きとから、観察用スレーブマニピュレータの各駆動部へ出力する各リンクパラメータの関節変数を求める変換作業）のみを行えば良いが、処置用の場合には、マスターアーム8が複数のリンクからなるため、逆座標変換を行う前に順座標変換（マスターアーム8の先端の位置、姿勢を求める座標変換作業）を行うことが必要になってくる。なお、マスターアーム8と処置用スレーブマニピュレータとの動作の対応については、後述する。

【0035】上記した座標変換処理が行われ、処置用スレーブマニピュレータの各アーム部への移動量が算出されたら、この移動量の指令値がマイクロコントローラ11aからデータバス11mを介してサーボインターフェイス11bのDSPに送られる。DSP内での処理は、ある決められた制御則（例えば、PID制御のような簡単なアルゴリズムを用いる）に基づいて行われる。DSPで得られた制御演算結果は、アナログ指令値として、アナログ指令ライン11jを介してサーボドライバ11cに出力される。このアナログ指令値は、サーボドライバ11cにより増幅され、この増幅された出力がサーボドライバ11cからモータドライブライン11kを介して処置用スレーブマニピュレータのモータに出力される。これによって、処置用スレーブマニピュレータ内に配置されたモータがスレーブ側の機構を駆動させて、処置用スレーブマニピュレータが動作する。

【0036】次に具体的な動作について説明する。マスタースレーブモードにおいて、術者が図4(a)に示すように、マスターアーム8の先端に設定された座標系のZ軸を点線方向に移動させると、スレーブ（処置用）アーム5も図4(b)に示すように、そのZ軸が点線上に沿って移動するようになっている。すなわち、マスターアーム8の先端のベクトルMの動きに追従してスレーブアーム5のベクトルSが同じ動きをする。

【0037】こうした動作を可能ならしめるために、マイクロコントローラ11a側で前述した座標変換が行われる。これによって、例えば、マスターアーム8の方向を図4(a)中のY方向に移動させた場合には、処置具4が図4(b)中のY方向に向き、かつ、マスターアーム8の移動量と同じ移動量となるように処置具4の先端部が湾曲し、かつ、スレーブ（処置用）アーム5が移動する。

【0038】処置用スレーブマニピュレータにおける前述した動作と同様に、観察用スレーブマニピュレータにおいても、頭部に取り付けたHMD9の動作に追従して観察用アーム7と超音波振動子ユニット6とが動作す

る。例えば、HMD9を図3(a)に示すPの地点から点線に沿ってQの地点まで動かした場合（この動作は、術者が前方に向けて前進する場合に相当する）、スレーブ側の超音波振動子ユニット6は、図3(b)に示すS地点から点線に沿ってT地点まで移動する。ただし、超音波振動子ユニット6が患者体表面にあるときに前記前進の動作を行わせた場合は患者への圧迫が生じるため、超音波振動子ユニット6に図3(b)中のZ軸方向の力を検知する手段として力覚センサー（図示しない）を設け、この力覚センサーの示す値がある閾値を越えた場合に、Z軸方向へは進めないようにしてある。ここでいう、力覚センサーの閾値は、患者が苦痛を訴えない程度の値を選定している。それ以外の方向には、超音波振動子ユニット6がHMD9の動きに追従して動作するように制御が行われている。

【0039】なお、第1実施例では力覚センサーによる力検知手段を採用しているが、押し当て力を大ざっぱに検知するのであれば、圧力センサーによるものでも構わない。

【0040】また、術者は観察のために超音波振動子ユニット6からの走査信号を観察しながら処置を行っていたが、X線装置の様な観察手段を選択して行っても構わない。

【0041】上記した第1実施例によれば、マスタースレーブマニピュレータによる観察・処置を行うことが可能となり、処置のための処置具挿入孔のみを患者の体表面に開けるだけで済むようになり、従来のマスタースレーブマニピュレータシステムのものより低侵襲で処置を行なうことが可能となる。

【0042】以下に本発明の第2実施例を説明する。第2実施例は患者が離れた場所においても、患者に低侵襲な手術用マニピュレータシステムを提供するものである。図5は第2実施例の構成図であり、前記第1実施例で示した構成とはほとんど同じ構成であるが、本実施例では患者が遠隔位置に居る場合について示す。

【0043】例えば、専門の医者がその場所にはいないが、どうしても処置を行う状況になった場合、前記した第1実施例の構成では観察・処置を行うことができない。そこで第2実施例では、図5に示すように、制御装置11およびマスター入力手段（マスターアーム8およびHMD9）と、スレーブ（処置用）アーム5および患者ベッドを分離可能にすることによって、医者がどの場所においても処置を行えるようにするために、患者側送受信回路30と、操作側送受信回路31とを設け、患者側と術者とを伝送ライン31で結んでいる。ここでは、シリアル通信に良く用いられているRS232C方式を採用している。

【0044】患者側送受信回路30からの指令データは変換素子20aでパラレルデータに変換され、パラレルデータに変換された指令データは、スレーブ駆動信号の

場合は20bラインを通り、前記した第1実施例で示したスレーブアームを駆動するための制御則を実行するDSP20cに送られ、その後DSP指令ライン20dを介してサーボアンプ20eへと出力される。これによってスレーブアーム5の駆動が行われるようになる。一方、超音波ゼリー供給用のローラ14cを駆動する場合は、変換素子20aから出力されるパラレルデータはデータライン20fを介してローラドライバ20gに送られる。これによって、超音波ゼリー供給用のローラ14cを駆動させることが可能となる。

【0045】一方、操作者側の制御装置において、第1実施例では制御装置11内に存在したDSP11bおよびサーボアンプ11cは、第2実施例では患者側に配置されているため、図5中の制御装置11内にはパラレルデータをシリアルデータに変換する変換素子34、35のみが必要となる。

【0046】以下に上記した構成の第2実施例の作用を説明する。超音波振動子ユニット6で観測されたデータは、患者側の超音波信号エンコーダ回路20hで一旦符号化され、通信ライン31を介して操作者側に送られる。操作者側では超音波信号デコード回路33により超音波信号を源信号に変換する。この源信号は第1実施例で示した超音波観測装置15に入力され、HMD9に画像出力が行われるようになる。

【0047】上記した第2実施例によれば、観察は超音波により行い、処置具のみを患者体腔内に挿入して行うといったことが、患者が別の部屋にいてもあるいは操作者が別の部屋にいてもリアルタイムに行なうことができるようになり、患者に低侵襲な遠隔手術を行なうことができる。

【0048】以下に本発明の第3実施例を説明する。第3実施例は省スペース化による作業効率の向上を実現し、患者への負担を軽減するものである。上記した第2実施例では操作者側と患者側とを有線で接続しているためにその分のケーブルが必要となり、内視鏡室のような器具がいろいろおいてある場所においては、このケーブルが邪魔になって医者側の観察・処置動作に悪影響を及ぼすことがある。これによって作業効率が低下して処置時間が延長されることによる患者への負担が増大してしまう。そこで、第3実施例では、患者側と操作者側を結ぶ信号ケーブルをなくすことによって省スペース化をはかり、作業効率を向上させる。

【0049】図6は第3実施例の構成を示す図である。第2実施例と異なる点は、無線伝送手段を備えたことであり、本実施例では、周波数変調方式(FM)による無線通信を採用している。

【0050】第3実施例は、スレーブアーム駆動用信号を受信するための受信回路40と、超音波ゼリー供給用のローラ14cを駆動する駆動信号を受信するための受信回路41と、超音波エンコード信号を送信する送信回

路42とを具備している。44は操作者側の制御装置11から出力されるFM波を受信あるいは送信するための送受信アンテナである。

【0051】一方、操作者側の制御装置11には、スレーブ駆動信号を送信する送信回路50と、超音波ゼリー供給用のローラ14cを駆動する駆動信号を送信する送信回路51と、超音波デコード信号を受信する受信回路52とが装備されている。54は操作者側に配置されたFM波送受信アンテナである。

10 【0052】以下に上記した第3実施例の構成の作用を述べる。図中示した40~42、50~52の送信回路または受信回路は、FM方式を用いているためPLL方式の回路を採用している。PLLとは、簡単に説明すると、入力されたFM波と予め決められた基準となる周波数との位相が一致するように電圧制御発信器(一般に、VCOと呼ばれている)の出力を位相比較器にフィードバックさせて位相を一致させることによって所望の周波数でのデータを拾うことができるようにしたものである。以上の原理により、第3実施例では送受信回路にPLL方式の変調・復調回路を内蔵させ、所望のデータを無線で送受信させている。

【0053】なお、本実施例では、FM方式のものを示しているが、患者側と操作者側が近くにある場合は、赤外線、レーザー等の光による送受信を行っても構わない。また、ノイズ環境の小さいところで行う場合であれば、振幅変調方式(AM方式)による無線伝送を行っても良い。

【0054】また、観察・処置用の信号ラインを同じ送受信ラインでおこなっているが、これを、観察用ラインのアンテナと、処置用ラインのアンテナとを分離させることによって、観察者と操作者が別の場所にいながら通信することもできる。これは、例えば、実際の処置の画像を大学等の教育機関での教育を目的におこなうときには、極めて有効となる。

【0055】ここで、患部をそのままの画像で直接観察し、処置を行うといったときには、従来の内視鏡と処置具による手術用マニピュレータによるものを利用しても良い。また、本実施例の信号伝送手段が無線であるということによって、従来の手術用マニピュレータシステムでも省スペース化といったことによる作業効率が向上することは言うまでもない。

【0056】上記した第3実施例によれば、スレーブアーム駆動信号、超音波ゼリー供給用ローラ駆動信号、超音波観察信号を遠隔位置に無線で送信し、かつ、受信することができるので、ケーブルが必要なくなり、処置室の省スペース化が実現される。これによって作業効率が向上して患者への負担を軽減させることができる。

【0057】上記した具体的実施例から以下のような構成の技術的思想が導き出される。又、以下の技術的思想を組み合わせて構成してもかまわない。

- (1) 患者の体腔内部位の処置を行う手術用マニピュレータと、患者の体表面から体腔内部位に関する画像情報を得る観察手段と、この観察手段からの画像情報を術者が認識可能な画像情報として提供する画像提供手段と、前記観察手段を所望の位置に位置決めするための観察手段位置決め手段と、前記手術用マニピュレータを操作するための第1の操作手段と、前記観察手段位置決め手段を操作するための第2の操作手段と、前記第1及び第2の操作手段からの制御情報に基づいて、前記手術用マニピュレータ及び観察手段位置決め手段の動作を制御する制御手段と、を具備することを特徴とする手術用マニピュレータシステム。
- (2) 前記観察手段が超音波信号を使用して前記画像情報を得る超音波検知手段を具備することを特徴とする構成(1)に記載の手術用マニピュレータシステム。
- (3) 前記超音波検知手段の超音波周波数を任意に変化するための周波数可変手段を具備することを特徴とする構成(2)に記載の手術用マニピュレータシステム。
- (4) 前記画像提供手段が術者の頭部に取り付けられるヘッドマウントディスプレイであることを特徴とする構成(1)に記載の手術用マニピュレータシステム。
- (5) 前記画像提供手段がTVモニターであることを特徴とする構成(1)に記載の手術用マニピュレータシステム。
- (6) 前記画像提供手段に出力される画像情報が超音波画像であることを特徴とする構成(4)に記載の手術用マニピュレータシステム。
- (7) 前記画像提供手段に出力される画像情報がコンピュータグラフィックスによるアニメーション画像であることを特徴とする構成(4)に記載の手術用マニピュレータシステム。
- (8) 前記画像提供手段に出力される画像情報が超音波画像であることを特徴とする構成(5)に記載の手術用マニピュレータシステム。
- (9) 前記画像提供手段に出力される画像情報がコンピュータグラフィックスによるアニメーション画像であることを特徴とする構成(5)に記載の手術用マニピュレータシステム。
- (10) 前記手術用マニピュレータを操作する第1の操作手段がマスターマニピュレータであることを特徴とする構成(1)に記載の手術用マニピュレータシステム。
- (11) 前記第2の操作手段が位置検知センサーを含むことを特徴とする構成(1)に記載の手術用マニピュレータシステム。
- (12) 前記位置検知センサーが磁気センサーであることを特徴とする構成(11)に記載の手術用マニピュレータシステム。
- (13) 前記観察手段が患者体表面にどの位の力で押し当てられているかを検知する力検知手段を具備したこ

- とを特徴とする構成(1)に記載の手術用マニピュレータシステム。
- (14) 前記力検知手段が圧力センサーであることを特徴とする構成(13)に記載の手術用マニピュレータシステム。
- (15) 前記力検知手段が力覚センサーであることを特徴とする構成(13)に記載の手術用マニピュレータシステム。
- (16) 前記力検知手段が歪みゲージであることを特徴とする構成(13)に記載の手術用マニピュレータシステム。
- (17) 前記超音波検知手段に超音波ゼリー供給手段を具備したことを特徴とする構成(2)に記載の手術用マニピュレータシステム。
- (18) 患者の体腔内部位の観察と処置の少なくとも一方を行う手術用マニピュレータと、この手術用マニピュレータを駆動するための駆動手段と、前記手術用マニピュレータを操作するための操作手段と、この操作手段からの制御情報に基づいて前記手術用マニピュレータの動作を制御するための制御手段と、前記制御手段からの制御情報と前記駆動手段とを電氣的に結合するための電氣的結合手段と、を具備したことを特徴とする手術用マニピュレータシステム。
- (19) 前記電氣的結合手段が無線信号伝送手段であり、振幅変調方式により前記制御情報を前記駆動手段へ送ることを特徴とする構成(18)に記載の手術用マニピュレータシステム。
- (20) 前記電氣的結合手段が無線信号伝送手段であり、周波数変調方式により前記制御情報を前記駆動手段へ送ることを特徴とする構成(18)に記載の手術用マニピュレータシステム。
- (21) 前記電氣的結合手段が無線信号伝送手段であり、赤外線により前記制御情報を前記駆動手段へ送ることを特徴とする構成(18)に記載の手術用マニピュレータシステム。
- (22) 前記電氣的結合手段が無線信号伝送手段であり、光により前記制御情報を前記駆動手段へ送ることを特徴とする構成(18)に記載の手術用マニピュレータシステム。
- (23) 前記光がレーザーであることを特徴とする構成(22)に記載の手術用マニピュレータシステム。
- 【0058】上記した構成(1)乃至(23)に対する従来の技術は上記した通りであるが、発明が解決しようとする課題、目的は以下の通りである。
1. 構成(1)乃至(17)
- (発明が解決しようとする課題)しかしながら、患者の体腔内に内視鏡と処置具を挿入するので、体腔内の臓器を観察するための挿入孔と処置具の挿入孔の少なくとも2つの挿入孔が必要であり、患者への負担が重くなる。
- (目的)患者への安全を確保し、かつ、低侵襲の手術用

マニピュレータの提供を行うことである。

2. 構成(18)乃至(23)

(発明が解決しようとする課題) 手術用マニピュレータのように、多軸のロボットを制御するような場合、信号ラインが多くなり、その分のケーブルが必要となるが、内視鏡室のような医療器具がいろいろ配置してある場所においてはこのようなケーブルが邪魔になり、強いては、医者の観察・処置動作に影響を及ぼして効率がわるくなる。それによって、処置時間が延長されることによる患者への負担が増大してしまう。

(目的) 作業現場の省スペース化による作業効率の向上を行い、術時間短縮によって患者への負担を軽くすることである。

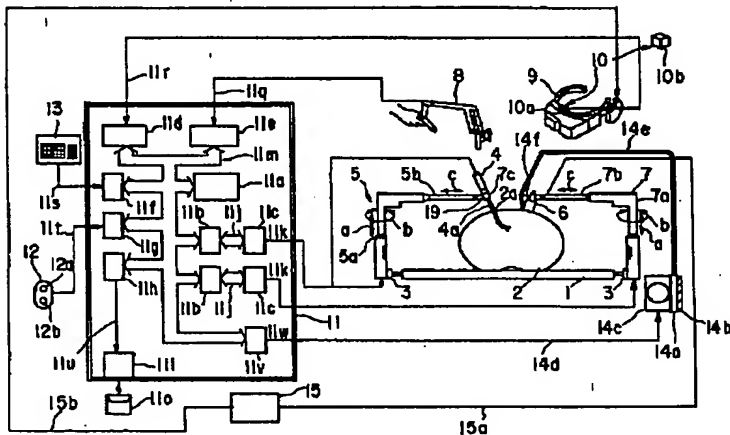
【0059】

【発明の効果】 本発明に係る手術用マニピュレータシステムによれば、処置具挿入のための穴を体壁に1つだけ開けることで患者に対する処置が可能となるため、患者に対する侵襲を低減することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

*

【図1】



*【図1】 本発明の第1実施例が適用されるマスタースレーブ方式の手術用マニピュレータシステムの構成図である。

【図2】 処置具の構成を示す図である。

【図3】 観察用マニピュレータについてマスタースレーブ動作を説明するための図である。

【図4】 処置用マニピュレータについてマスタースレーブ動作を説明するための図である。

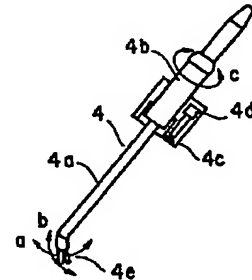
【図5】 本発明の第2実施例が適用されるマスタースレーブ方式の手術用マニピュレータシステムの構成図である。

【図6】 本発明の第3実施例が適用されるマスタースレーブ方式の手術用マニピュレータシステムの構成図である。

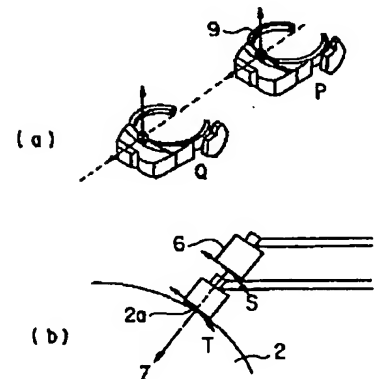
【符号の説明】

4…処置具、5…処置用アーム、6…超音波振動子ユニット、7…観察用アーム、8…マスターアーム、9…ヘッドマウントディスプレイ(HMD)。

【図2】



【図3】



【図 6】

